



**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung
einer Patentanmeldung**

Aktenzeichen: 102 39 987.5

Anmeldetag: 27. August 2002

Anmelder/Inhaber: Continental Teves AG & Co oHG,
Frankfurt am Main/DE

Bezeichnung: Verfahren zur Überwachung von Fahr-
werksfunktionen und Fahrwerksbauteilen

IPC: G 01 N 3/56

**Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ur-
sprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.**

München, den 30. Januar 2003
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
Im Auftrag

FEUST

PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)

Verfahren zur Überwachung von Fahrwerksfunktionen und Fahrwerksbauteilen

Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zur Überwachung von Fahrwerksfunktionen und Fahrwerksbauteilen eines Kraftfahrzeugs und/oder zum Erkennen von Verschleiß, Verschleißtrends, von Bauteildefekten oder nachlassenden Funktionen.

Der Tendenz in der Automobilbranche, die Inspektionsintervalle eines Fahrzeuges zu verlängern, um eine kundenfreundliche Minimierung der laufenden Kosten über die Produktlebenszeit zu ermöglichen, führt zu erhöhten Ansprüchen an die Dauerfestigkeit der eingesetzten Bauteile.

Die Gestaltung der Wartungsintervalle orientiert sich im allgemeinen an der Laufleistung oder der Nutzungsdauer eines Fahrzeuges. Moderne Lösungen bieten im Rahmen von „Longlife Garantien“ durch rechnergestützte Bewertung der Fahrzeugbeanspruchung eine Verlängerung der üblichen Intervallzeiten. Die Bewertung der Fahrzeugbeanspruchung berücksichtigt dabei vorrangig motortechnische Merkmale.

Die Beanspruchung der Fahrwerksbauteile über diese verlängerte Intervallzeit kann dabei nicht erfasst und berücksichtigt werden. Da die Beanspruchung der Fahrwerksbauteile maßgeblich von der Fahrweise des Fahrzeugführers abhängig ist, besteht bei

agiler Fahrweise über längere Distanzen eine höhere Verschleiß- und Ausfallwahrscheinlichkeit. Sich einstellende Verschleißtrends oder Defekte als Folge seltenerer Inspektionen bei überdurchschnittlicher Beanspruchung oder qualitativer Mängel kann dann zu Folgeschäden führen, die für den Endkunden und den Teilelieferanten (Kfz-Erstausrüster) durch Kulanzansprüche mit hohen Kosten verbunden sein können. Aus diesen Gründen besteht ein hoher Bedarf nach einer frühzeitigen Erkennung bzw. nach einer Inspektionshilfe für eventuelle Bauteilausfälle des Fahrwerks.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, die beschriebenen Nachteile zu überwinden.

Eine intelligente Kombination der Informationen, die in heutigen Fahrzeugen mit elektronischen Regelungssystemen, wie ABS, ASR, ESP etc., durch die vielfältige Sensorik zur Verfügung stehen, bietet die Möglichkeit, einen fahrdynamischen Bewertungsalgorithmus als Lösungsansatz der geschilderten Problematik zu entwickeln. Auf diesen Überlegungen beruht die vorliegende Erfindung.

Lösung/Idee:

Für die Bewertung des Verschleißzustandes des Fahrwerkes bzw. einzelner Fahrwerksfunktionen eines Fahrzeuges ist es notwendig, anhand einer Signalkonstellation relevante Betrachtungszeiträume des Fahrzustandes zu definieren und innerhalb dieser Zeiträume die Signalkonstellationen quantitativ zu bewerten. Die Ergebnisse werden in einem Lernalgorithmus entsprechend der Situation gespeichert und können, über längere Zeit betrachtet, in ähnlichen Situationen und bei ähnlichen Signal-

konstellationen miteinander verglichen werden, um Effekte zu erkennen, die auf Bauteildefekte (z.B. Stoßdämpfer, Lager, Antrieb, Aufhängung) schließen lassen. Erkannte Trends oder Verschleißeffekte können im Fehlerspeicher des Reglers abgelegt und bei der nächsten Inspektion detaillierter untersucht werden. Dadurch lässt sich eine bessere Früherkennung von sich anbahnenden Defekten realisieren. Massive, eindeutig erkennbare Defekte werden dem Fahrer durch eine (Fahrwerks-) Warnlampe angezeigt.

Signalaufbereitung:

Zur Fahrzustandserkennung des Fahrzeuges bzw. als nutzbare Informationen können u.a. die Signale der folgenden Sensoren verwendet werden:

- Raddrehzahlsensoren,
- Querbeschleunigungssensor,
- Gierratensensor,
- Lenkwinkelsensor,
- Drucksensoren des Bremssystems sowie
- evtl. vorhandene Zusatzsensoren (z.B. Federwegsensoren,
- Verzögerungssensoren).

Moderne Fahrzeuge mit ESP-Ausstattung verfügen ohnehin über weitreichende Informationen. Bei entsprechend vorhandener Zusatzsensorkonfiguration des Fahrzeuges lässt sich dann die Qualität des Algorithmus verbessern.

Situationserkennung:

Betrachtet man die o.g. Sensorsignale in ihrer Gesamtheit, lassen sich durch Kombination und Mustererkennung einige unterschiedliche Fahrzeugsituationen eindeutig voneinander abgrenzen.

Für die Bewertung der Fahrzeugbeanspruchung sowie der Beobachtung von auftretenden Defekten werden die folgenden, abgrenzbaren Situationen als relevant erachtet:

- Geradeausfahrt
- Kurvenfahrt
- stabiles Fahrzeug
- instabiles Fahrzeug
- frei rollendes Fahrzeug
- beschleunigtes/ verzögertes Fahrzeug

Situationsbewertung:

Ist ein Situationsmodus eindeutig erkannt, lässt sich dieser anhand typischer Situationsmerkmale in seiner Ausprägung quantifizieren. Diese Quantifizierung kann als Indikator für die Belastung des Fahrzeuges angesehen werden. Für die Bewertung des Systems „Fahrzeug“ kann man in diesen Situationen für bestimmte Randbedingungen kritische Merkmale definieren, die auf etwaige Bauteildefekte schließen lassen.

Für die technische Realisierung müssen grundsätzlich die Möglichkeiten untersucht werden, durch Signalkombination und Mustererkennung, spezifische Randbedingungen und defekttypische Merkmale einander zuzuordnen, um Bauteildefekte eindeutig zu erkennen.

- 5 -

Die Ausprägung der Signale kann dabei abhängig von der Fahrzeugkonfiguration variieren. Z.B. kann die Tendenz einer abnehmenden Grenzggeschwindigkeit in der Kurve bei gleichen Randbedingungen (bez. Querbesehleunigung, Lenkwinkel) ein Indiz für eine abnehmenden Funktionstüchtigkeit der Fahrwerksbauteile infolge eines allgemeinen Verschleißes sein.

Schwingende Signale von Gierrate und Querbesehleunigung bei stabiler Kurvenfahrt können beispielsweise durch defekte Stoßdämpfer oder durch falschen Reifenluftdruck auf der kurvenäußeren Seite verursacht werden. Wird diese Annahme durch ähnliche Resonanzeffekte bzw. Merkmalsausprägung auch in anderen Fahrsituationen bestätigt, kumulieren die Verdachtsmomente bzw. lassen sich bei vorhandenen Zusatzinformationen (z.B. durch Reifendruckerkennungungsverfahren, wie DDS, TPMS) zielgerichtet präzisieren. Nehmen gleichartige Effekte an Häufigkeit und Intensität zu und führen zu Verdachtsmomenten über eine festgelegte Wahrnehmungsschwelle hinaus, erfolgt eine Registrierung durch das Signal einer Warnlampe oder durch Ablegen im Inspektionsspeicher des Fahrzeuges und gibt damit eine Hilfestellung bei der Wartung des Fahrzeuges in der Werkstatt. Mit dem Löschen des Speichers im Rahmen der Inspektion werden die Verdachtsmomente bzw. der gelernte Wert wieder zurückgesetzt. Die statistische Langzeitbetrachtung zur Formulierung der Verdachtsmomente kann durch einen entsprechenden Lernalgorithmus innerhalb der Programmstruktur des EBS realisiert werden.

Wichtig sind unter anderen die folgenden Merkmale und Merkmalskombinationen der Erfindung:

Zur Bewertung der Fahrwerksfunktion eines Fahrzeuges, um Verschleißtrends und Bauteildefekte zu erkennen, werden anhand

- 6 -

vorhandener Sensoren fahrdynamische Betrachtungen bei reproduzierbaren Fahrzeugzuständen durchgeführt, die eine statistische Auswertung spezifischer Merkmale ermöglichen.

Zur Erkennung der Fahrsituationen werden nach einem Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Verfahrens die folgenden Signalinformationen, welche ein elektronisches Bremssystem (EBS) liefert, genutzt:

- a. Raddrehzahl,
- b. Querbefleunigung,
- c. Gierrate und
- d. Systemdruck

Zur qualitativen Verbesserung des Verfahrens kann es zweckmäßig sein, zusätzlich noch die Fahrzeugverzögerung und/oder den Federweg durch entsprechende Sensoren zu ermitteln und zu berücksichtigen.

Es hat sich als vorteilhaft erwiesen, durch entsprechende Signalinformationen und/oder durch Mustererkennung festzustellen, welche der folgenden Fahrzustände momentan gegeben sind:

- a. Geradeausfahrt
- b. Kurvenfahrt
- c. Stabiles Fahrzeug
- d. Instabiles Fahrzeug
- e. Frei rollendes Fahrzeug
- f. Verzögertes Fahrzeug
- g. Beschleunigtes Fahrzeug

Bei der Signalauswertung hat sich eine solche Unterscheidung als hilfreich erwiesen.

Weiterhin werden für die Erkennung von Verschleißtendenzen und Bauteildefekten Signalmerkmale spezifiziert, anhand derer in den vorgenannten spezifischen Fahrzuständen eine defektbedingte, situationstypische Anomalie erkannt werden kann.

Eine Betrachtung und Auswertung der Signalmerkmale findet nur statt, wenn die zuvor beschriebenen Fahrzustände bestimmte qualitative und quantitative Randbedingungen erfüllen.

Die wahrgenommenen Anomalien werden innerhalb eines statistischen Programmalgorithmus merkmalspezifisch kumuliert und in ihrer Gesamtheit betrachtet, um eine Zustandsdiagnose für einzelne Bauteile oder Bauteilgruppen zu formulieren. Überschreiten die Signale in den beschriebenen kumulierten Merkmalsanomalien eine bestimmte Wahrnehmungsschwelle, wird eine Diagnosesmeldung z.B. durch Einschalten einer Warnlampe oder durch einen Fehlerspeichereintrag vorgenommen.

Patentansprüche:

1. Verfahren zur Überwachung von Fahrwerksfunktionen und Fahrwerksbauteilen eines Kraftfahrzeugs und/oder zum Erkennen von Verschleiß, Verschleißtrends, Bauteildefekten oder nachlassenden Funktionen, dadurch **gekennzeichnet**, dass durch Auswertung von Informationen, die im Fahrzeug vorhandene Regelungssysteme zur Verfügung stellen und/oder die mit zusätzlicher Sensorik gewonnen werden, fahrdynamische Bewertungen bei reproduzierbaren Fahrzeugzuständen durchgeführt werden und zur statistischen Auswertung spezifischer Merkmale und schließlich zur Fehler- oder Mängelerkennung herangezogen werden.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch **gekennzeichnet**, dass zum Erkennen der Fahrsituationen die folgenden Signale, welche die Sensoren eines im Fahrzeug vorhandenen elektronischen Bremssystems, wie ABS, ASR, ESP, etc., liefern ausschließlich oder zusammen mit den Signalen von zusätzlichen Sensoren genutzt werden:
 - a. Raddrehzahlinformationen,
 - b. Querbeschleunigung,
 - c. Gierrate und
 - d. Systemdruck.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch **gekennzeichnet**, dass zusätzlich die

Fahrzeugverzögerung und/oder die
Federwege

ermittelt und ausgewertet werden.

4. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 3, dadurch **gekennzeichnet**, dass durch Mustererkennung auf Basis der Signalinformationen eine oder mehrere der folgenden reproduzierbaren spezifischen Fahrzustände

- a. Geradeausfahrt
- b. Kurvenfahrt
- c. Stabiles Fahrzeug
- d. Instabiles Fahrzeug
- e. Frei rollendes Fahrzeug
- f. Verzögertes Fahrzeug
- g. Beschleunigtes Fahrzeug

erkannt und ausgewertet werden.

5. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch **gekennzeichnet**, dass die erkannten spezifischen Fahrzustände und/oder defektbedingte, situationstypische Anomalien bei der Bewertung und Auswertung der mit Hilfe der vorhandenen oder zusätzlicher Sensorik gewonnen Informationen berücksichtigt werden.
6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch **gekennzeichnet**, dass die Auswertung der erkannten Fahrzustände und/oder der defektbedingten, situationstypischen Anomalien nur stattfindet, wenn die Fahrzustände vorgegebene qualitative und quantitative Randbedingungen erfüllen oder Grenzwerte erreichen.
7. Verfahren nach Anspruch 5 oder 6, dadurch **gekennzeichnet**, dass die erkannten Anomalien innerhalb eines statistischen

- 10 -

Programmalgorithmus merkmalspezifisch kumuliert und in ihrer Gesamtheit betrachtet und bewertet werden.

8. Verfahren nach Anspruch 7, dadurch **gekennzeichnet**, dass ein Warnsignal ausgegeben und/oder ein Fehlerspeichereintrag vorgenommen wird, sobald die Anomalien erkannt werden oder eine vorgegebene Wahrnehmungsschwelle überschritten haben.

Verfahren zur Überwachung von Fahrwerksfunktionen und Fahrwerksbauteilen

Zusammenfassung:

Zur Überwachung von Fahrwerksfunktionen und Fahrwerksbauteilen eines Kraftfahrzeugs und zum Erkennen von Verschleiß, Verschleißtrends, Bauteildefekten oder nachlassenden Funktionen werden durch Auswertung von Informationen, die im Fahrzeug vorhandene Regelungssysteme zur Verfügung stellen oder die mit zusätzlicher Sensorik gewonnen werden, fahrdynamische Bewertungen bei reproduzierbaren Fahrzeugzuständen durchgeführt und zur statistischen Auswertung spezifischer Merkmale und schließlich zur Fehler- oder Mängelerkennung herangezogen.